

第四章 資料分析與討論

本章根據文獻及實驗研究後所得之資料，針對本研究之目的與問題進行統計分析與討論。共分為五節，第一節：採用 3D 電腦圖形助演示對於教師層面的影響檢核；第二節：樣本學生之學習資料與前測分析；第三節：各組別其學習成效之「前測」與「後測」表現得分之差異；第四節：兩組別在「學習成效後測」表現之得分差異分析；第五節：綜合討論。

第一節 採用 3D 電腦圖形演示對於教師層面影響檢核

一、使用 3D 電腦圖形輔助演示教學方式之特點。

在比較採用 3D 電腦圖形輔助演示於正投圖學課程在教師部份會遇到的問題之前，首先先將採用 3D 電腦圖形輔助演示方式的意義與能力設備，做一歸納整理：

在意義方面：

1. 根據 Moersch 的七項資訊融入教學層級上，是屬於「覺察 (awareness)」的階段。
2. 節省教師製作實體模型的時間，增加教師教學準備的效率。
3. 減少實體模型製作時的經費問題。
4. 能夠提供攜帶上的便利性。
5. 演示可以如同實體模型讓學生加深了解物體移動旋轉的經驗，並且可從不同的角度觀察。

6. 刺激學生對電腦資訊科技相關的學習興趣。

在具備能力與設備方面：

1. 教師要有具備電腦基本操作的能力
2. 教師要能夠瞭解與製作 3D 電腦圖形的能力。
3. 教師要能夠至少懂得一項 3D 繪圖軟體的操作。
4. 需要具有能夠製作 3D 電腦圖形的電腦設備與軟體。
5. 教室需要有投影播放設備來輔助，或是電腦廣播系統。

二、比較使用 3D 電腦圖形輔助演示之特點與教師資訊融入問題的檢核比較

根據文獻整理，教師採用資訊融入教學會遇到的問題有：設備的有無，必須具備資訊能力，教學設計時間的延長，有無資訊問題的諮詢與支援，教師權威與角色消失的壓力，資訊融入的評量改變等六項。以下根據各項問題，與使用 3D 電腦圖形輔助演示的教學方式作一比較：

(一) 設備的有無

使用 3D 輔助演示的教學方式，需要具有能夠製作 3D 電腦圖形的電腦設備與軟體，並且在學習環境中必須要有投影播放設備來輔助，或是電腦廣播系統。

現行網路上有許多免費及試用的 3D 圖形軟體，因此在軟體的取得應是沒有困礙，端看挑選哪種合適且方便的軟體。本實驗是採用 Rhino3D 試用版軟體，其在部分功能雖稍有限制，但不影響 3D 基本圖形製作，且在硬體支援上，支援可執行 Windows98 以上之作業系統。以目前多數

學校的電腦設備來說，皆可負擔，且由於本演示教學並無使用到圖形色彩與材質演算或動態模擬等功能，因此一般電腦是可承受的。

至於演示教學需要的投影播放設備，依據教育部的規劃，目前全國學校皆有建設媒體播放設施教室，部分學校在一般教室內亦裝設有媒體播放設施，並且全國各國中小學校已具備有電腦教室，因此在播放設施上已提供並且可用，而未來政府也持續對校園資訊硬體設施建置上增添充足。

(二) 必須具備資訊能力

使用 3D 輔助演示的教學方式，教師需要有具備電腦基本操作的能力、瞭解與製作 3D 電腦圖形以及至少懂得一項 3D 繪圖軟體的操作。對於生活科技教師的培育，以目前台師大與高師大工業科技教育兩所系所之課程的規劃上，已有資訊相關素養的培訓之必修課程（詳見附錄一），因此教師在電腦操作上及電腦繪圖的概念上皆應具備，惟 3D 繪圖軟體的操作學習，由於並非為必修科目，因此對於部分教師來說，可能必須要多消耗一些時間學習與熟悉任一 3D 繪圖軟體。

對於過去未接受過資訊素養訓練之生活科技教師，可藉由資訊素養的培訓，來增加對相關知識的學習。加上由於 3D 圖形的製作是可以重複複製使用，因此資訊能力不高且學習資訊效果不佳之教師，可僅需學習基本介面操作

即可利用分享教材圖形進行演示，無須再進行 3D 繪圖軟體之繪製訓練。

(三) 教學設計時間的延長

針對此點，以 3D 電腦圖形來進行演示的目的之一，就是要讓教師縮短製作實體模型的時間。以往實體模型的製作，又依據複雜度的高低，會相當耗費時間，壓縮教師在準備教學內容與評量的時間。因此，雖然製作 3D 電腦圖形同樣需要時間，但電腦的處理快速，加上 3D 繪圖皆有基本的圖形可以搭配建構使用，因此在速度上較製作實體模型還來得快，修改、保存也較易，對於教師教具設計準備時間相較下不會延長。

(四) 資訊問題的諮詢與支援

進行資訊融入教學時，通常會產生不熟悉電腦資訊的相關問題。以本研究所規劃使用之方法策略來說，僅在利用電腦來輔助圖形演示，已盡量降低使用電腦的複雜性，減少教師資訊問題的出現。然而，3D 電腦圖形的操作與使用畢竟並非所有教師都接受過訓練，因此教師在學習可能還是會遇到問題，此部分可以解決的方式則是需要教師能夠利用軟體自帶之教學說明，以及網路的自我學習來達成。而政府也要多加推動教師資訊進修，並且訓練教師進行自我學習。

(五) 教師權威與角色消失的壓力

由於新世代的學生在電腦資訊的接觸與操作上，皆早於甚至勝於教師，因此教師可能會出現教師角色權威因資訊能力不足而有消失的壓力。這點可能是無法避免，但是除了刺激教師學習成長之外，在推廣資訊融入教育的同時，應該加以灌輸教師資訊融入教育的概念：資訊融入教學的焦點在教學與學習，教師角色與權威也是由此建立，資訊科技的融入只是輔助。或許可以讓教師壓力較為紓解。

(六) 資訊融入的評量改變

本研究所探討之教學演示方式，是以教師教學為出發，並不影響原先教學目標的評量改變，所以此部份並無問題。

茲將上列幾點整理為下表 4-1：

表 4-1 使用 3D 電腦圖形演示對教師資訊融入問題之比較檢核表

教師資訊融入問題	使用 3D 電腦圖形演示方法
1.設備的有無	○
2.必須具備資訊能力	△
3.教學設計時間的延長	○
4.資訊問題的諮詢與支援	△
5.教師權威與角色消失的壓力	△
6.資訊融入的評量改變	○

「○」表示可以解決；「△」表示目前僅能部份解決。

資料來源：研究者整理。

第二節 樣本學生之學習資料與前測分析

本研究之學生樣本係以立意取樣方式選取自台北市立 XX 國中七年級尚未學過「正投影視圖繪製」單元四個班級的學生為研究對象。全部班級學生數共有 155 名學生，扣除因請假未能參予前測或後測之同學，得實際實驗樣本 143 名。

在正式教學之前，為增加本研究實驗之內在效度，減少共變數的干擾造成實驗誤差，因此在教學之前各組皆施以自編之前測測驗，以確定瞭解學生之起點學習行為，作為後續統計控制之共變項。

以下茲就實際實驗樣本學生之屬性與前測成績，進行次數分配及百分比等敘述統計與分析：

一、實驗組別有效人數

全部實驗組別共有兩組，分為實驗組以及控制組；排除學習態度不佳之實驗有效人數為 121 人；實驗組為 3D 電腦圖形演示組，有 63 人，佔實驗有效樣本人數 52.07%；控制組為實體模型演示組，有 58 人，佔實驗有效樣本人數 47.93%。如表 4-2 所示：

表 4-2 實驗有效對象

組別	實驗人數	有效人數	有效比例	有效人數百分比
實驗組	73	63	86.30%	52.07%
控制組	70	58	82.86%	47.93%
	143	121		

註：本實驗實際有效人數排除練習測驗分數極端低值（0 分）之學生數。練習分數為樣本學生跟隨教師練習之得分。如為極端低值（0 分），表示實驗中的受試學習態度不佳，而將之加以排除。
資料來源：研究者整理。

二、受試者性別分布

男性學生有 56 人，佔 46.28%；女性學生有 65 人，佔 53.72%。合計共 121 人。表 4-3 如下：

表 4-3 研究對象與性別

組別	班級	性別	有效人數	該組性別人數	總和
實驗組	701	男	16	男：32 女：31	63
		女	16		
	715	男	16		
		女	15		
控制組	704	男	12	男：24 女：34	58
		女	16		
	716	男	12		
		女	18		

資料來源：研究者整理。

三、未接受教學實驗前各組前測之分數

各組在尚未接受實驗教學前，所測得之前測平均數與標準差，如表 4-4 所示：

表 4-4 各組前測得分描述

	個數	平均數	標準差	平均數標準誤
實驗組	N=63	33.48	12.99	1.64

控制組	N=58	33.41	14.50	1.90
-----	------	-------	-------	------

資料來源：研究者整理。

以獨立樣本 t 檢定先行對兩組之前測得分進行分析。由表 4-5 得知，兩組別之變異數相等（顯著性 = .415*），而其顯著性（雙尾） = .980 大於 $\alpha = .05$ 水準，此顯示兩組之前測成績並無顯著差異。

表 4-5 前測之獨立樣本 t 檢定摘要表

變異數相等 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性	平均差	標準誤
.668	.415	.025	119	.980	6.24E-02	2.50

資料來源：研究者整理。

第三節 各組別其學習成效之「前測」與「後測」表現得分之差異

本研究各組其學習成效之「前測」與「後測」表現得分以相依樣本 t 檢定考驗各組學習成效是否顯著。首先將後測分數依比例調整為總分 44 分後，對各組進行前後測學習成效測驗之差異如表 4-6、表 4-7。

表 4-6 實驗組前後測驗之相依樣本 t 檢定摘要表

	人數	平均數	標準差	t 值	p 值
前測	63	33.48	12.99	-1.710	.092
後測	63	36.35	8.98		

註：P<.05

資料來源：研究者整理。

表 4-7 控制組前後測驗之相依樣本 t 檢定摘要表

	人數	平均數	標準差	t 值	p 值
前測	58	33.41	14.50	-2.501	.015
後測	58	38.38	6.98		

註：P<.05

資料來源：研究者整理。

由於後測題目經預試測驗驗證其難度較高，因此，由表 4-6 與表 4-7 之相依樣本 t 檢定表可以得出，控制組之 t 值為 -2.501， $p = .015 < .05$ ，達顯著水準，因此代表控制組學生在接受過正投影視圖繪製課程之後，其學習成效有顯著

提升。而在實驗組方面，雖然後測平均分數大於前測之平均分數，但在 t 樣本檢定上，並未達顯著。

第四節 兩組別在「後測」表現之得分差異分析

為檢驗兩組別在「學習成效後測」表現之得分差異，因此採用獨立樣本單因子共變數統計方式進行考驗。在正式進行共變數分析之前，首先須進行組內回歸係數之同質性檢驗，檢驗兩組之回歸線斜率是否相等，以符合共變數分析之基本假定。

一、組內回歸係數之同質性檢驗

將兩組實驗對象之前測成績，先視為一獨立自變項，考驗組內變項與共變項間，是否有顯著的交互作用。若檢定結果達顯著，則符合組內回歸係數同質性之假定。

表 4-8 組內回歸係數同質性檢定摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別	454.765	1	454.765	3.189	.077
前測	1029.726	1	1029.726	7.220	.008
組別*前測	255.120	1	255.120	1.789	.184
誤差	16686.516	117	142.620		
校正後總數	18205.058	120			

R 平方 = .083 (調過後的 R 平方 = .060)

資料來源：研究者整理。

如表 4-8 所示，在 $\alpha = .05$ 顯著水準下，兩組實驗對象之組內回歸係數同質性考驗，其 F 值為 1.789，P 值為 $.184 > .05$ ，未達顯著水準，表示符合組內回歸係數同質性

之假定。因此可進一步進行共變數分析。

二、共變數分析

以前測成績為共變項，實驗組別為自變項，後測成績為依變項，在 $\alpha = .05$ 顯著水準下，得出共變數分析資料摘要如下表 4-9。

表 4-9 後測成績共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
前測	965.449	1	965.449	6.724	.011
組別	300.432	1	300.432	2.093	.151
誤差	16941.635	118	143.573		
校正後總數	18205.058	120			

R 平方 = .069 (調過後的 R 平方 = .054)

資料來源：研究者整理。

從上述後測成績共變數分析摘要表得知，在排除共變項（前測成績）對依變項（後測成績）的影響力後，共變數（前測成績）之 $F=6.724$ ， P 值 = $.011 < .05$ 具有顯著性，因此符合共變數檢定之另一基本假定：共變數和依變數必須具有線性相關。

而從組別之 F 檢定來看，自變項（不同教學演示模式）對依變項所造成的實驗處理效果並不顯著，其 P 值 = $.151 > \alpha = .05$ 。此表示兩組受試樣本不因接受實驗處理之不同而有差異。

表 4-10 為調整過後之估計平均數值。

表 4-10 後測成績之參數估計值

實驗組別	(調整後)		95%信賴區間	
	平均數	標準誤	下限	上限
實驗組	55.232	1.510	52.242	58.221
控制組	58.386	1.573	55.270	61.502

註：在模式中所顯示的共變數評估：前測 = 33.45

資料來源：研究者整理。

第五節 綜合討論

本節主要針對前四節所進行之檢核與統計分析，對照比較文獻探討，做一綜合性討論。

一、從 3D 電腦圖形演示之特點與問題檢核表（表 4-1）看教師實施 3D 電腦圖形演示之可行性。

3D 電腦圖形演示方法，在資訊教融入教學的層級上，是第一階段，亦是教師較易接受之階段（使用電腦來陳述教學內容），因此，本身就考慮了資訊融入進入門檻的可行性。另外，從問題檢核表發現，使用 3D 電腦圖形演示方法，對於設備、時間與評量問題皆獲得可行性的解釋，但在教師本身的學習方面，還是需要教師本身的學習與意願才能達成。目前生活科技教師的培育已有對資訊相關能力訓練的課程，因此資訊素養較資深的生活科技教師高，使用 3D 電腦圖形演示融入教學的進入門檻較低。從整理資料來看，目前校園外在環境的提供也已具備了相當的可行性，也期望這些因素可以刺激教師對於本資訊融入意願的考量。

二、從前、後測成績看各組教學實驗的效果

在學生實徵研究部分，未接受教學實驗之前，樣本學生皆接受起點行為評量之前測測驗。透過對前測成績的檢定。發現兩組學生在學習起始行為上是相同的。

而經過教學實驗課程之後，兩組分別對其前後測的成績作相依變數之 t 考驗。採用實體模型演示的一組，其學習成效後測成績（ $\mu_4=38.38$ ）大於前測成績（ $\mu_3=33.41$ ），並且

有顯著上的差異 ($p = .015$)。表示本教學組別之學生，在圖學學習上是有進步的，且其後測變異程度亦較前測來的減少。至於 3D 電腦圖形演示的組別，經過統計檢定後發現，本組之後測成績 ($\mu_2 = 36.35$) 雖然大於前測成績 ($\mu_1 = 33.48$)，但似乎沒有到達顯著的進步 ($p = .092$)。從描述資料來看，本組之前後測平均數變異情形皆差不多大，若以統計檢定之結果來看，本組在圖學學習的進步上並不顯著。雖然本組在統計上後測效果並沒有比前測效果來的顯著，但是由於本實驗組之教學內容完全與控制組相同，且後測題目難度較前測難，而且後測平均數大於前測平均數來看，研究者認為，本教學內容還是具有一定之學習效果。

三、比較使用 3D 電腦圖形演示與實體模型演示方法之效果

從表 4-8 資料分析結果來看，以單因子共變數統計控制排除前測成績之後，發現 3D 電腦圖形演示與實體模型演示兩實驗組別之後測成績並沒有顯著差異存在。也就是說兩個班級在分別各自接受不同演示之實驗處理後，其後測成績是沒有差異的。

本實驗在設計上為求得較高的外在效度，貼近實際教學現場，因此，在實驗時間、內容等設計上，均根據實際教學設計。因此根據本實驗所得到的結果，使用 3D 電腦圖形演示與實體模型演示兩者，對於學生實際在學習正投影繪製的輔助演示上，並沒有顯著的差異。顯示兩種演示方法的影響力沒有統計差的差別。可以據以推知，使用 3D 電腦圖形演示之學生，在教學接受度上，與實體模型演示組別之學生相去無幾，本教學方式在學生接受度的驗證下是為可行。回答

待答問題 2。

然而，對照兩組實驗學生在前後測上的得分情形，使用實體模型的控制組成績有顯著進步，但實驗組卻是沒有顯著進步的情況，研究者依據文獻與研究實際教學現場狀況來推測，會造成這樣的結果，可能的原因有：

- (一) 學生班級差異度：由於班級採立意取樣，因此雖然以前測來排除學生差異，但兩組班級學習差異或許會使得實驗結果受到限制而出現該結果。
- (二) 演示現場：教學現場中，演示播放的投影設備要關閉教室燈源，其能見度才會較高。因此，實驗組學生常需要在燈源關閉之下，進行題目與演示的比對觀察，使得觀察與比對時間的連續性上受到限制。
- (三) 學習動機：由於本實驗未對學生學習動機作很嚴謹的控制，因此，學生的學習動機可能干擾本實驗的研究結果。
- (四) 特徵表示：由於 3D 電腦圖形演示方法在深度空間特徵上，仍有不及實體模型演示之處，因此推測亦有可能是影響的因素。